

일개 전자제품 제조업 근로자에서 교대근무와 불안증상: 비타민 D와 수면의 질의 매개효과

채창호* · 박영숙¹

성균관대학교 삼성창원병원 직업환경의학과, ¹성균관대학교 삼성창원병원 재활의학과

Shift Work and Anxiety Symptoms at an Electronic Manufacture Company: The mediating effect of vitamin D and sleep quality

Chang Ho Chae* · Young Sook Park¹

*Department of Occupational & Environmental Medicine, Samsung Changwon Hospital,
Sungkyunkwan University School of Medicine, Changwon, Korea*

*¹Department of Physical & Rehabilitation Medicine, Samsung Changwon Hospital,
Sungkyunkwan University School of Medicine, Changwon, Korea*

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study was to compare vitamin D levels, sleep quality, and anxiety symptoms between shift workers and daytime workers and analyze the mediating effect of vitamin D and sleep quality between shift work and anxiety symptoms.

Methods: The subjects of the study were 6744 people who received a medical examination while working for an electronics manufacturing company in 2016. We evaluated their shift work, vitamin D levels, sleep quality, and anxiety symptoms with blood samples and questionnaires. Chi-square test, t-test and path statistical analysis were performed.

Results: The shift workers had significantly higher symptoms of anxiety than the day workers, significantly lower levels of vitamin D in the blood, and significantly poorer quality of sleep. The results of the pathway analysis confirmed that blood vitamin D and sleep quality had a mediating effect between shift work and anxiety symptoms.

Conclusions: Shift workers should be constantly paying attention to mental health effects such as anxiety symptoms. Shift workers should also be alerted of the risk of vitamin D deficiency, encouraged about sun exposure and vitamin D intake, and required to undergo training and counseling on sleep hygiene.

Key words: Anxiety symptoms, shift work, sleep quality, vitamin D

1. 서 론

지난 수십 년간 산업구조의 변화와 서비스 분야의 증가로 인해 산업화된 국가를 중심으로 교대근무 근로자가 크게 증가하여 유럽과 미국의 경우 전체 근로자의 15~30%에 이르는 것으로 알려져 있다(Shields, 2002). 비슷한 추세가 우리나라에서도 보여지고 있다

(Bae et al., 2017). 교대근무는 규칙적인 2교대, 3교대 뿐만 아니라 불규칙한 순환근무 등을 총칭하고 있다(Schwartz et al., 2010).

교대근무의 건강영향은 그 동안 여러 선행연구에서 다양한 건강영향이 알려져 왔다. 먼저 멜라토닌(Burch et al., 2005)이나 코티졸의 분비이상(Touitou et al., 1990), 교감신경계 활성화도 저하(Tsatsoulis & Fountoulakis,

*Corresponding author: Chang Ho Chae, Tel: +82-55-233-6061, E-mail: chchae@naver.com
Department of Occupational & Environmental Medicine, Samsung Changwon Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, 158 Paryong-ro, Masanhoewon-gu, Changwon-si, Gyeongsangnam-do 51353, Korea
Received: August 5, 2020, Revised: August 22, 2020, Accepted: September 11, 2020

 Chang Ho Chae <http://orcid.org/0000-0001-8448-6340>

 Young Sook Park <http://orcid.org/0000-0003-2752-7120>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2006) 등의 생리학적 기전들과 관상동맥질환(Ayas et al., 2003), 고혈압(Guo et al., 2013) 뇌졸중 및 심근경색(Vyas et al., 2012), 대사증후군(Karlsson et al., 2001)과 같은 심혈관계질환이 교대근무와 관련성이 있음이 보고되었으며, 소화성궤양(van Mark et al., 2010)과 같은 위장관계질환, 당뇨병(Gan et al., 2015; Vetter et al., 2018), 그리고 유방암(Davis et al., 2001; Akerstedt et al., 2015), 대장암(Schernhammer et al., 2003), 전립선암(Kubo et al., 2006) 등의 악성종양도 교대근무의 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

교대근무가 일주기리듬(circadian rhythm)을 방해하여 수면장애를 야기한다는 것은 교대근무의 건강영향 중 가장 명확히 이야기되는 건강영향이다(Akerstedt, 1998; Drake et al., 2004). 교대근무자의 수면 문제는 단순히 불충분한 수면 문제에 국한되지 않고 이로 인한 집중력 저하와 졸음으로 2차적 사고 위험 증가(Dawson et al., 2011)로 이어지는 문제가 있다. 또한 일주기 리듬의 방해로 인한 수면장애는 우울, 불안 증상을 악화시킨다는 보고가 있고(Driesen et al., 2010). 이런 우울(Kalmbach et al., 2015), 불안(Booker et al., 2020), 등의 정신건강에 대한 교대근무의 연관성은 정신건강 질환이 급증하는 현대사회에서 더욱 주목받는 연구분야이다. 교대근무가 어떻게 정신건강 문제를 야기시키는지 그 기전과 경로에 대한 많은 연구들이 필요한 상황이다.

한편 교대근무와 혈중 비타민 D의 관계는 일부 선행 연구에서 비교대근무자와 유의한 차이가 없다(Itoh et al., 2011)는 보고도 있었지만 다수의 연구들이 교대근무자의 낮 시간 활동량의 축소가 혈중 비타민 D의 합성을 저해하여 비교대근무자에 비해 혈중 비타민 D가 낮다(Ward et al., 2011; Romano et al., 2015)고 보고하였다.

혈중 비타민 D가 수면에 미치는 영향은 정도의 차이는 있으나 혈중비타민 D가 낮을수록 수면시간이 짧아질 위험이 유의하게 높은 것으로 나타났다(Kim et al., 2014; Lee et al., 2017). 그리고 비타민 D는 항산화작용으로 신경 전달 속도 유지 및 신경 보호 효과가 있고(Buell & Dawson-Hughes, 2008), 신경스테로이드 호르몬(neurosteroid hormone)으로 불안 등의 정신증상에 영향을 미친다(Eyles et al., 2013)는 보고가 있으며, 혈중 비타민 D 저하와 불안증상과 관련성을 보이는 다수의 연구(Wu et al., 2016; Buleu et al., 2019)

가 있었다.

교대근무의 건강영향은 다양하지만 그 중 정신건강에 대한 연구는 최근 주목받는 분야이다. 정신건강 분야 중 교대근무와 우울 증상에 관한 연구들은 많은 편이었으나 교대근무와 불안 증상에 대한 연구는 상대적으로 적은 편이었다. 불안은 긴장감, 걱정스러운 생각, 혈압 상승과 같은 신체적변화를 특징으로 하는 감정으로 정의할 수 있으며 불안 증상이 비정상적, 병적인 상태로 만성화되어 일상생활에 장애를 일으키면 불안장애라는 정신질환으로 발전할 수 있다(Giacobbe & Flint, 2018).

교대근무와 불안증상에 관한 기존의 선행연구를 정리하면 교대근무는 수면의 질과 관련이 있고 수면의 질은 불안증상과 관련이 있다. 또한 교대근무자에서 혈중 비타민 D 저하가 발생하기 쉽고 혈중 비타민 D 저하는 불안 증상과 수면의 질 저하와 관련이 있다는 보고들이 있었다.

따라서 이번 연구에서는 교대근무와 관련된 건강영향 중 불안 증상에 초점을 맞추어 일개 전자제품 제조회사의 교대, 비교대근로자를 대상으로 교대근무 유무에 따른 혈중 비타민 D 농도, 수면의 질 지수, 불안 증상 지수의 값을 비교해 보고 통계적으로 유의한 차이가 있는지 알아보고자 했다. 또한 교대근무자에 있어 혈중 Vitamin D와 수면의 질이 어떤 경로를 통해 불안 증상에 영향을 미치는지 구조방정식 모델을 이용한 경로 분석을 통해 매개 효과를 확인하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

우리나라 영남권역에 위치한 일개 전자제품 제조회사에 소속된 3개사업장에 근무하면서 2016년 1월부터 12월까지 근로자 건강진단을 받은 근로자 6,782명을 최초 연구대상자군으로 선정하였다. 이들 중 일부 설문 결과가 누락되었거나 검사가 미비한 대상자 38명을 제외한 최종 연구대상자는 총 6,744명이었다. 이 연구는 의무기록자료를 활용한 후향적 단면연구로 연구 과정은 본 기관의 생명윤리심의위원회의 심의를 거쳐 시행하였다(2020-SCMC-07-008).

2. 일반적 특성 및 교대근무력

연구대상 근로자들이 근무하였던 3곳 사업장은 휴대폰 관련 전자제품 부품 및 완제품을 생산하는 곳으로

전체 근로자의 60% 이상이 교대근무를 하고 있었다. 교대의 형태는 3교대(4조3교대), 2교대(3조2교대)가 공정별로 혼재되어 있었고 3곳 사업장별로 그 비율이 상이했다. 교대근무자 중 일부는 생산량이 축소되면 주간근무만 하는 경우도 있었는데 이번 연구에서 연구대상자의 교대근무 유무는 연구대상자가 근로자 건강진단을 받을 당시에 교대근무를 하고 있었는지 여부로 정의하였다. 연구대상자의 인구사회학적 특성인 성별, 연령, 교육수준, 결혼상태도 함께 조사되었다.

3. 불안증상(Anxiety symptoms) 평가

불안 증상 평가는 구조화된 자기기입식 설문지(Beck Anxiety Inventory, BAI)가 사용되었다. 이 도구는 Beck 등이 우울 증상(depressive symptoms)과 구분하여 불안 증상을 평가하기 위해 개발한 것으로 21개의 문항으로 이루어졌으며(Beck et al., 1988), Likert 4 점척도를 이용하여 지난 1주일동안 있었던 각 문항의 불편 정도를 각각 0점(전혀 없다), 1점(약간 그렇다), 2점(꽤 그렇다), 3점(심하다)으로 측정된 후 총점을 연구에 사용하였고 점수가 높을수록 불안증상이 심함을 의미한다.

4. 수면의 질의 평가

수면의 질을 평가하기 위해 세계적으로 통용되는 신뢰할 수 있는 지표인 피츠버그 수면의 질 지수(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI)를 사용하였다(Buysse et al., 1989). 이번 연구에서는 검증된 한국어판 PSQI가 사용되었다(Sohn et al., 2012). PSQI는 지난 1개월간의 수면의 질을 주관적 수면의 질(subjective sleep quality), 수면잠복(sleep latency), 수면시간(sleep duration), 수면효율(sleep efficiency), 수면방해(sleep disturbance), 수면약물의 사용(use of sleeping medication), 주간수면방해(day time dysfunction)의 7개 하위영역을 평가하도록 설계되어 있다. 각 하위영역별로 가능한 점수범위는 0-3점이며, 점수가 높을수록 해당 하위영역 수면의 질이 떨어짐을 의미한다. 총 수면 점수는 각 하위영역의 값을 더한 후 공식에 의해 산출하며, 최소 0점에서 최대 21점까지이다. 점수가 높을수록 수면의 질이 떨어짐을 의미한다.

5. 혈중 비타민D 측정

혈중 비타민 D는 체내의 비타민 D상태를 가장 잘 반영

하는 serum 25-hydroxyvitamin D가 측정되었다(Norman, 2008). 검체는 분석 전까지 냉동 보관하여 Modular E(Hitachi Co, Tokyo, Japan) 장비를 이용하여 전기적화학발광 면역측정법(electrochemiluminescence immunoassay)으로 분석된 값을 사용하였다.

6. 통계분석

모든 자료의 통계분석은 STATA 14.0 (Stata Corporation, College Station, TX, USA) 사용하였다. 교대근무와 주간근무자의 성별, 나이, 혈중 비타민D, 수면의 질 지수(PSQI), 불안 지수(BAI)를 기술 통계를 사용하여 범주형 변수는 빈도를, 연속형 변수는 평균과 표준 편차(standard deviation)를 구하여 기술하였고 교대근무와 비교대근무 간의 통계적 차이를 알아보기 위하여 범주형 변수는 chi-square test, 연속형 변수는 t-test 실시하였다. 기존의 선행연구에서 보고된 사실을 바탕으로 교대근무와 우울 증상 간의 관계에서 혈중 비타민 D, 수면의 질의 매개 경로 모형을 설정하였다. 경로 분석은 STATA의 구조방정식모델(Structural Equation Modeling, SEM)을 이용하여 각 경로의 표준화회귀계수(β 값)를 산출하였으며 직접, 간접, 총효과를 분석하여 기술하였다. 유의 수준(p-value)은 0.05 미만을 통계학적으로 의미 있는 수치로 간주하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

연구 대상자 6,744명 중 교대근무자는 4,234(62.8%)명이며 주간근무자는 2,510(37.2%)명이었다. 전체 대상자 중 남자가 3,164(46.9%)명이며, 여자가 3,580(53.1%)명으로 여자가 과반을 넘었으나 주간근무자에서는 남자(62.3%)가 여자(37.7%)보다 많아 교대근무자의 남자(37.8%), 여자(62.2%) 비율과 유의한 차이가 있었다. 교대근무자의 평균연령은 28.2세로 주간근무자의 31.8세보다 젊은 편이었다. 교대근무자의 혈중 비타민 D의 평균은 13.22 ± 5.44 ng/ml로 주간근무자 평균인 16.54 ± 6.52 ng/ml보다 유의하게 낮았다. 또한 불안 수준을 나타내는 불안 지수(BAI score)는 교대근무가 7.10 ± 7.94 점으로 주간 근무 5.21 ± 6.75 점에 비해 유의하게 높아 교대근무자가 불안 수준이 높은 것으로 나타났다. 그리고 수면의 질을 나타내는 PSQI 점수는 교대근무가 5.42 ± 2.97 점으로 주간근무 4.42 ± 2.66 점

Table 1. General characteristics according to shift work(N=6,744)

	Day worker (n=2,510)	Shift worker (n=4,234)	Test	P-value
Sex			χ^2 : 380.465	<0.001
Male	1,564 (62.31)	1,600 (37.79)		
Female	946 (37.69)	2,634 (62.21)		
Age	31.86 ± 4.50	28.21 ± 4.36	t: 32.802	<0.001
Male	33.30 ± 4.01	30.07 ± 4.03		
Female	29.47 ± 4.25	27.09 ± 4.16		
Total vitamin D	16.54 ± 6.52	13.22 ± 5.44	t: 22.422	<0.001
Male	18.15 ± 6.36	14.99 ± 5.66		
Female	13.86 ± 5.89	12.45 ± 5.00		
Anxiety score	5.21 ± 6.75	7.10 ± 7.94	t: -9.960	<0.001
Male	4.32 ± 6.18	4.80 ± 6.73		
Female	6.68 ± 7.37	8.49 ± 8.29		
PSQI score	4.42 ± 2.66	5.42 ± 2.97	t: -13.803	<0.001
Male	4.13 ± 2.46	5.01 ± 2.79		
Female	4.92 ± 2.90	5.67 ± 3.05		

Data are presented as numbers(%) or mean±S.D. p value by chi-square test, t-test

에 비해 유의하게 높아 교대근무자의 수면의 질이 주간근무자에 비해 나쁜 것으로 나타났다(Table 1). 또한 혈중 비타민 D 수준, 불안 지수(BAI score), 수면의 질 지수(PSQI)의 교대근무 유무에 따른 남녀별 평균±표준편차도 Table 1에 함께 기술하였는데 이들 지수들의 남녀별 평균값±표준편차는 남녀를 합친 평균값±표준편차와 동일하게 교대근무에서 주간근무에 비해 혈중비타민 D가 낮고, 불안 지수가 높고, 수면의 질 지수가 높은 패턴을 보였으나 그 차이는 남녀별로 다소 크기가 달랐다.

2. 구조방정식 모형과 각 경로의 표준화계수

기존의 선행연구에서 알려진 교대근무와 혈중비타민 D 그리고 수면의 질과 불안 증상 간의 관계에 대한 연구결과를 바탕으로 분석을 위한 이론적 모형이 설정되었다(Figure 1).

모형적합도는 SRMR(Standardized Root Mean squared Residual) <0.01, RMSEA(Root Mean Squared Error of Approximation) <0.05, 값을 보여 모형적합도 기준을 만족하였다. 또한 각 경로의 표준화계수(β 값)가 Figure 1과 같이 모든 경로에서 통계적으로 유의한 값을

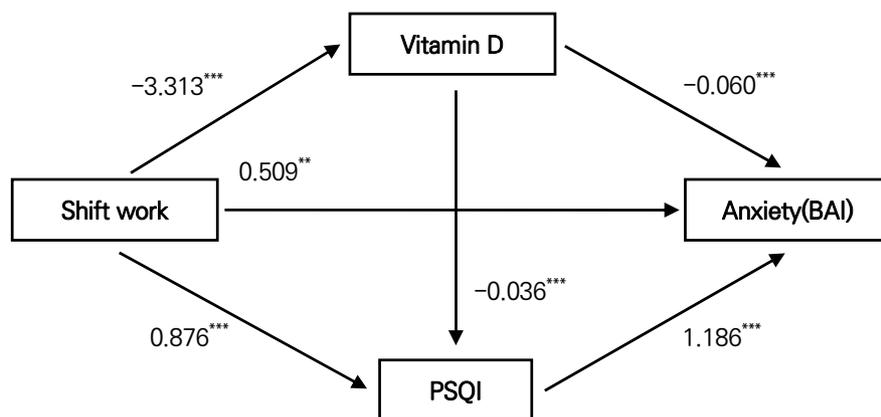


Figure1. Results from path analysis for predicting the association BAI score with shift work, vitamin D and PSQI(** P<0.01, *** P<0.001)

보였는데 교대근무와 혈중 비타민 D 수준 간에는 β 값이 $-3.313(P<0.001)$, 교대근무와 수면의 질(PSQI) 간에는 β 값이 $0.876(P<0.001)$, 혈중 비타민 D와 불안증상(BAI) 간에는 β 값이 $-0.060(P<0.001)$, 수면의 질(PSQI)과 불안증상(BAI) 간에는 β 값이 $1.186(P<0.001)$ 이었다.

3. 경로 분석(path analysis)결과

경로 분석에서 교대근무는 불안 증상, 혈중 비타민 D, 수면의 질과 유의한 직접효과를 보였다. 혈중 비타

민 D와 수면의 질은 불안 증상과 유의한 직접효과가 있었다. 또한 혈중 비타민 D와 수면의 질도 유의한 직접효과가 있었다(Table 2).

교대근무와 불안 증상 간의 여러 경로에 대한 간접효과와 통계적 유의성을 검정하기 위하여 부트스트랩(bootstrapping) 방법을 시행하였다. 교대근무→비타민 D→불안증상의 경로는 유의한 간접효과가 있었고, 교대근무→수면의질→불안증상의 경로도 유의한 간접효과가 있었고 교대근무→비타민 D→수면의질→불안증

Table 2. Direct, indirect and total effects of Shift work, Vitamin D and PSQI on BAI score.

	Direct effects				Indirect effects		Total effects	
	β	SE	Z	P-value	β	P-value	β	P-value
Shift work → Vitamin D	-3.313	0.148	-22.430	<0.001			-3.313	<0.001
Vitamin D → Anxitey score	-0.060	0.014	-4.300	<0.001	-0.042	<0.001	-0.102	<0.001
PSQI score → Anxitey score	1.186	0.029	41.550	<0.001			1.186	<0.001
Shift work → Anxitey score	0.509	0.176	2.880	0.004	1.378	<0.001	1.887	<0.001
Vitamin D → PSQI score	-0.036	0.006	-6.040	<0.001			-0.036	<0.001
Shift work → PSQI score	0.876	0.075	11.760	<0.001	0.118	<0.001	0.995	<0.001

Table 3. Specific indirect effect of shift work on BAI score

	β	SE	Z	P-value
Shift work → Vitamin D → Anxiety	0.198	0.048	4.120	<0.001
Shift work → Vitamin D → PSQI	0.118	0.021	5.560	<0.001
Shift work → Vitamin D → PSQI → Anxiety	0.141	0.026	5.440	<0.001
Shift work → PSQI → Anxiety	1.039	0.091	11.380	<0.001

Table 4. Results from multi-group analysis for predicting the association BAI score

	Direct effects				Indirect effects		Total effects	
	β	SE	Z	P-value	β	P-value	β	P-value
Male								
Shift work → Vitamin D	-3.161	0.214	-14.780	<0.001			-3.161	<0.001
Vitamin D → Anxitey score	-0.016	0.017	28.910	0.353	-0.029	0.001	-0.045	0.018
PSQI score → Anxitey score	1.123	0.039	28.910	<0.001			1.123	<0.001
Shift work → Anxitey score	0.568	0.213	2.660	0.008	1.046	<0.001	1.614	<0.001
Vitamin D → PSQI score	-0.026	0.008	-3.370	<0.001			-0.026	0.001
Shift work → PSQI score	0.804	0.097	8.330	<0.001	0.083	0.001	0.887	<0.001
Female								
Shift work → Vitamin D	-1.714	0.199	-8.620	<0.001			-1.713	<0.001
Vitamin D → Anxitey score	-0.005	0.023	-0.200	0.844	-0.017	0.127	-0.022	0.400
PSQI score → Anxitey score	1.163	0.040	28.880	<0.001			1.163	<0.001
Shift work → Anxitey score	0.935	0.279	3.350	0.001	0.878	<0.001	1.812	<0.001
Vitamin D → PSQI score	-0.015	0.010	-1.530	0.127			-0.015	0.127
Shift work → PSQI score	0.723	0.115	6.270	<0.001	0.025	0.133	0.745	<0.001

상 경로도 유의한 간접효과가 있었다. 또한 교대근무→비타민 D→수면의 질의 경로도 유의한 간접효과가 있었다. 따라서 교대근무와 불안 증상 간의 관계에 있어 혈중 비타민 D와 수면의 질은 통계적으로 유의한 매개 효과가 있는 것으로 확인되었다(Table 3).

4. 남, 여 성별로 나눈 다중 그룹(multi-group)의 경로 분석 결과

남녀 간의 차이를 보기 위하여 남자와 여자로 나눈 다중그룹(multi-group) 경로 분석 결과에서 남자는 비타민 D→불안증상 경로에서 직접효과 β 값은 유의성이 없었으나($\beta=-0.016, P=0.353$), 비타민 D→수면의 질(PSQI)로 거쳐오는 간접 효과 β 값이 유의성이 있고($\beta=-0.029, P<0.001$) 총효과 β 값도 유의성이 있어($\beta=-0.045, P=0.018$), 혈중 비타민 D가 불안 증상에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났으나 여자의 경우 비타민 D→불안증상 경로에서 직접효과 β 값도 유의성이 없고($\beta=-0.005, P=0.844$), 비타민→수면의 질(PSQI)로 거쳐오는 간접효과 β 값도 유의성이 없어서($\beta=-0.017, P=0.127$) 비타민 D→불안증상 경로의 총효과 β 값은 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났다($\beta=-0.022, P=0.4$). 그 외 다른 모든 경로는 남녀 모두 직접 효과, 간접 효과, 총 효과의 경로 계수 β 값이 통계적으로 유의하였다(Table 4).

IV. 고 찰

교대근무와 관련된 정신건강 영향, 그 중 불안 증상에 대한 선행연구들은 주로 교대근무와 관련된 한 두 요인과 불안증상과의 관련성을 평면적 시각에서 보는 연구들이었다. 이번 연구에서는 이들 요인 중 혈중 비타민 D 그리고 수면의 질을 구조방정식모형을 이용한 경로 분석을 통해 교대근무와 불안 증상 간의 관계에서 혈중 비타민 D와 수면의 질이 매개효과가 있는지 종합적으로 볼 수 있는 자료를 제공하고자 하였다.

이번 연구에서 이전의 연구에서 보고된 내용과 유사하게 교대근무자가 주간근무자에 비해 불안 수준이 유의하게 높았다. 그리고 혈중 비타민 D 농도는 주간근무자에 비해 교대근무자가 유의하게 낮았으며 수면의 질은 교대근무자가 유의하게 나쁘게 나타났다(Table 1).

또한, 교대근무와 불안 증상 간의 관계에서 혈중 비타민 D와 수면의 질(PSQI)이 불안 수준(BAI)에 미치는

유의미한 간접 효과가 있어 이들 요인들이 교대근무와 불안 증상 사이에서 매개 효과가 있음을 확인하였다(Table 3).

교대근무가 수면에 문제를 일으키는 원인은 일주기 리듬과 관련되어 있다는 사실은 잘 알려져 있다(Sack et al., 2007). 인간의 일주기 리듬은 빛 등의 외부자극의 인지와 내적 생체리듬을 통하여 시상하부에 위치한 시신경교차상핵(Supra Chiasmatic Nuclei, SCN)에서 만들게 된다. 일주기 리듬은 수면과 각성뿐만 아니라 다른 여러 생리적 기능들의 일중 변동을 발생시키므로(Reppert & Moore, 1991). 이들 생리 기능의 변화를 통하여 간접적으로 일주기 리듬의 장애를 확인할 수 있다. 실제로 교대근무 근로자들에서 수면과 밀접한 관련성이 있는 멜라토닌의 분비(Burch et al., 2005)나 코티졸, 심부체온(Zulley et al., 1981) 등의 일중 변동이 사라지는 현상들이 보고되고 있다. 교대근무는 시차증(Jet lag)과 같이 일주기 리듬에 일시적 교란이 아닌 만성적 교란을 유발한다는 점에서 일주기 리듬의 장애를 유발하는 원인들 중 그 중요도가 높다고 할 수 있다.

이번 연구에서 교대근무가 수면의 질(PSQI) 간의 관계에서 유의한 직접 효과도 있지만 교대근무→혈중 비타민 D→수면의 질의 경로에서 혈중 비타민 D의 간접 효과도 유의하게 있었다. 다시 말해 교대근무자에서 유의한 혈중 비타민 D의 저하가 수면의 질의 악화와 관계가 있다는 결과인데 이는 국내 연구 중 국민건강영양조사(KNHANES 2010~2011)의 자료를 바탕으로 만19세 이상의 일반인구(Lee et al., 2017)와 65세 이상의 노인인구(Kim et al., 2014)를 대상으로 한 연구에서 혈중 vitamin D가 낮을수록 수면시간이 짧아진다는 연구 보고와 유사한 결과였다. 하지만 이번 연구에서 남, 여를 나눈 다중 그룹 분석에서 남자는 혈중 비타민 D 수준이 낮으면 수면의 질이 유의하게 나빠지만 여성은 혈중 비타민 D 수준과 수면의 질 지수(PSQI) 사이에 유의한 상관성이 없었다. 이는 또 다른 교대근무 연구에서 혈중 비타민 D수준과 수면의 질 간에는 유의한 영향이 없다는 결과도 있어(Park et al., 2019) 혈중 비타민 D와 수면의 질에 대한 관계는 더 세밀한 연구가 필요하다.

수면의 질이 불안에 미치는 영향은 앞선 선행연구에서 잘 정립된 사실이다(Kalmbach et al., 2015; Shen et al., 2016). 이번 연구에서도 수면의 질이 불안증상에 미치는 직접 효과가 유의하였다. 또한 교대근무와 불

안증상 간의 관계에서 수면의 질이 유의한 간접 효과도 있어 교대근무와 불안증상 간의 관계에서 수면의 질이 매개 효과가 있음이 확인되었다. 따라서 교대근무에 따른 일주기 리듬의 교란이 수면의 질을 떨어뜨리고 불량한 수면의 질이 불안증상을 높이는데 가장 중요한 경로가 된다는 사실을 이번 연구에서 확인하였다.

이번 연구에서 교대근무와 혈중 비타민 D의 관련성은 뚜렷한 음(-)의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 그 동안 일부 선행 연구에서는 교대근무자와 비교대근무자 간에 혈중 비타민 D의 차이가 없다는 연구도 있었으나 다수의 다른 연구들은 교대근무자에서 혈중 비타민 D 농도가 낮음을 보고했다. 이번 연구에서도 교대근무자의 혈중 비타민 D 농도가 주간근무자에 비해 유의하게 낮았다. 또한 혈중 비타민 D 농도와 우울 증상지수 간에도 유의한 음(-)의 관련이 있었고 경로분석에서 비타민 D가 교대근무와 우울증상 사이에 통계적으로 유의한 간접 효과가 있어 매개 효과가 있음을 확인하였다. 비타민 D는 자외선에 노출될 때 피부 표피층에서 주로 합성(Webb, 2006)되며, 칼슘과 인의 장내 흡수를 조절하며 골격의 정상적인 발달과 유지에 필수적이다(Lips, 2001). 이러한 골격계통의 전통적인 역할 외에도 고혈압(Zhao et al., 2012), 당뇨(Wolden-Kirk et al., 2011; Grant, 2015), 비만(Renzaho et al., 2011), 종양(Chen & Holick, 2003), 면역기능 조절(Kamen & Tangpricha, 2010) 등에서 비타민 D의 다양한 역할이 보고되고 있다. 특히 이번 연구에서 불안 증상과 혈중 비타민 D 농도와의 유의한 관련이 확인되었는데 이는 여러 선행연구에서 불안 증상과 혈중 비타민 D 농도의 관련성이 보고된 연구결과(Armstrong et al., 2007; Gowda et al., 2015)와 일치하는 결과였다. 하지만 이번 연구에서 남, 여를 나눈 다중그룹 분석에서 여성에서는 혈중 비타민 D 수준이 낮을수록 불안 증상이 높고 수면의 질이 나빠지는 음(-)의 상관은 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다. 이는 이번 연구에 참여한 여성 대상자의 경우 교대근무자에 비해 주간근무자의 혈중 비타민 D 수준이 높기는 했지만 그 차이가 크지 않았던 것과 관련이 있어 보인다(Table 1). 이는 이번 연구에 젊은 여성 대상자가 많아 교대근무 유무를 떠나 햇빛 노출을 잘 하지 않는 경향이 있었던 것 같다. 그러나 전체적으로 보면 교대근무자에서 혈중 비타민의 수준이 유의하게 낮은 것은 이번 연구에서 확인되었고 다수의 선행연구에서도 보고된 바이다. 따라서 교대근무

자에게 혈중 비타민 D 농도 저하, 즉, 비타민 D 결핍의 위험성을 알리고 일정량 햇빛 노출과 음식으로 비타민 D 섭취를 늘릴 것을 권고할 필요가 있다.

교대근무와 불안 증상과의 관계에서 교대근무로 인한 혈중 비타민 D의 감소와 수면의 질의 저하가 불안 증상을 높이는데 매개효과가 있음을 이번 연구에서 확인하였다. 이들 요인 이외에도 교대근무와 불안 증상과의 관계에서 직무스트레스(Nieuwenhuijsen et al., 2010) 등의 여러 요인이 관계하고 있음도 앞선 다른 연구에서 언급되었다. 향후 교대근무와 불안 증상과의 관계에 대한 다양한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 일개 전자제품 제조업 근로자를 대상으로 하는 후향적 단면연구이므로 교대근무와 불안 증상의 관련성을 정확한 인과관계로 설명하거나 일반화하는 부분에는 한계가 있다. 또한 자료 수집 과정에서 구조화된 설문지를 이용하였지만 자기기입식 설문조사 방법의 한계로 인해 개인의 주관적 편견이 연구 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 그리고 건강검진의 시기가 1년에 걸쳐 이루어졌으므로 검진을 했던 계절에 따른 차이를 통제하지 못했다. 하지만 이런 연구 제한점에도 불구하고 4,000명이 넘는 대규모 교대근무자와 2,500명이 넘는 비교대근무자를 비교분석한 대규모 연구였고 단일한 검사기관에서 실시한 신뢰성 있는 검사 자료를 이용한 연구라는 점은 장점으로 생각된다.

V. 결 론

현대사회는 정신건강문제가 빈발하며 그 중 불안장애는 발생률도 높고 지속적으로 증가하고 있는 추세이다. 교대근무 또한 현대사회에서 그 범위와 크기가 줄고 있지는 않고 있다. 본 연구에서는 교대근무와 관련된 정신건강영향 중 불안 증상에 초점을 맞추어 일개 전자제품 제조회사의 교대, 비교대근로자를 대상으로 교대근무 유무에 따른 혈중 비타민 D 농도, 수면의 질 지수(PSQI), 불안 증상 지수(BAI)의 값을 비교해 보았는데 그 결과 교대근무자들이 주간근무자에 비해 불안 수준이 유의하게 높았고, 혈중 비타민 D 농도는 유의하게 낮았으며, 수면의 질은 교대근무자가 유의하게 나쁘게 나타났다. 또한 교대근무자에 있어 혈중 Vitamin D와 수면의 질이 어떤 경로를 통해 불안 증상에 영향을 미치는지 구조방정식 모형을 이용한 경로 분석을 한 결과 교대근무와 불안 증상 간의 관계에서 혈중 비타민 D와

수면의 질이 불안증상에 미치는 유의미한 간접 효과가 있어 이들 요인들이 교대근무와 불안 증상 사이에서 매개 효과가 있음을 확인하였다. 따라서 향후 교대근무자에게 비타민 D 결핍의 위험성을 알리고 일정량 햇빛 노출과 비타민 D 섭취를 늘릴 것을 권고할 필요가 있으며 수면 위생에 대한 교육과 상담이 필요하다. 아울러 불가피하게 교대 근무를 해야 하는 상황이라면 정신건강 영향에 대한 지속적 관심이 필요하며 교대 근무를 개선해 나가는 노력이 요구된다.

References

- Akerstedt T. Shift work and disturbed sleep/wakefulness. *Sleep Med Rev* 1998;2(2):117-128
- Akerstedt T, Knutsson A, Narusyte J, Svedberg P, Kecklund G, et al. Night work and breast cancer in women: A swedish cohort study. *BMJ Open* 2015;5(4):e008127
- Armstrong D, Meenagh G, Bickle I, Lee A, Curran E-S, et al. Vitamin d deficiency is associated with anxiety and depression in fibromyalgia. *Clinical rheumatology* 2007;26(4):551-554
- Ayas NT, White DP, Manson JE, Stampfer MJ, Speizer FE, et al. A prospective study of sleep duration and coronary heart disease in women. *Arch Intern Med* 2003;163(2):205-209
- Bae MJ, Song YM, Shin JY, Choi BY, Keum JH, et al. The association between shift work and health behavior: Findings from the korean national health and nutrition examination survey. *Korean J Fam Med* 2017;38(2):86-92
- Beck AT, Epstein N, Brown G, Steer RA. An inventory for measuring clinical anxiety: Psychometric properties. *J Consult Clin Psychol* 1988;56(6):893-897
- Booker LA, Sletten TL, Alvaro PK, Barnes M, Collins A, et al. Exploring the associations between shift work disorder, depression, anxiety and sick leave taken amongst nurses. *J Sleep Res* 2020;29(3):e12872
- Buell JS, Dawson-Hughes B. Vitamin d and neurocognitive dysfunction: Preventing "d" ecline? *Mol Aspects Med* 2008;29(6):415-422
- Buleu F, Pah A, Iurciuc S, Iurciuc M, Tudor A, et al. Vitamin d deficiency, anxiety and depression correlated with quality of life in patients with chronic heart failure. *Romanian Journal of Cardiology* | Vol 2019;29(1)
- Burch JB, Yost MG, Johnson W, Allen E. Melatonin, sleep, and shift work adaptation. *J Occup Environ Med* 2005;47(9):893-901
- Buysse DJ, Reynolds CF, 3rd, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Res* 1989;28(2):193-213
- Chen TC, Holick MF. Vitamin d and prostate cancer prevention and treatment. *Trends Endocrinol Metab* 2003;14(9):423-430
- Davis S, Mirick DK, Stevens RG. Night shift work, light at night, and risk of breast cancer. *J Natl Cancer Inst* 2001;93(20):1557-1562
- Dawson D, Ian Noy Y, Harma M, Akerstedt T, Belenky G. Modelling fatigue and the use of fatigue models in work settings. *Accid Anal Prev* 2011;43(2):549-564
- Drake CL, Roehrs T, Richardson G, Walsh JK, Roth T. Shift work sleep disorder: Prevalence and consequences beyond that of symptomatic day workers. *Sleep* 2004;27(8):1453-1462
- Driesen K, Jansen NW, Kant I, Mohren DC, van Amelsvoort LG. Depressed mood in the working population: Associations with work schedules and working hours. *Chronobiol Int* 2010;27(5):1062-1079
- Eyles DW, Burne TH, McGrath JJ. Vitamin d, effects on brain development, adult brain function and the links between low levels of vitamin d and neuropsychiatric disease. *Front Neuroendocrinol* 2013;34(1):47-64
- Gan Y, Yang C, Tong X, Sun H, Cong Y, et al. Shift work and diabetes mellitus: A meta-analysis of observational studies. *Occup Environ Med* 2015;72(1):72-78
- Giacobbe P, Flint A. Diagnosis and management of anxiety disorders. *Continuum (Minneapolis)* 2018; 24(3, BEHAVIORAL NEUROLOGY AND PSYCHIATRY): 893-919
- Gowda U, Mutowo MP, Smith BJ, Wluka AE, Renzaho AM. Vitamin d supplementation to reduce depression in adults: Meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition* 2015;31(3):421-429
- Grant WB. Low vitamin d concentrations may contribute to the increased risk of diabetes mellitus related to shift work. *Occup Environ Med* 2015;72(2):161
- Guo Y, Liu Y, Huang X, Rong Y, He M, et al. The effects of shift work on sleeping quality, hypertension and diabetes in retired workers. *PLoS One* 2013; 8(8):e71107
- Itoh H, Weng Z, Saito H, Ogawa Y, Nakayama K, et al. Association between night-shift work and serum 25-hydroxyvitamin d levels in japanese male indoor workers: A cross-sectional study. *Ind Health* 2011; 49(5):658-662
- Kalmbach DA, Pillai V, Cheng P, Arnedt JT, Drake CL. Shift work disorder, depression, and anxiety in the transition to rotating shifts: The role of sleep

- reactivity. *Sleep Med* 2015;16(12):1532–1538
- Kamen DL, Tangpricha V. Vitamin d and molecular actions on the immune system: Modulation of innate and autoimmunity. *J Mol Med (Berl)* 2010;88(5):441–450
- Karlsson B, Knutsson A, Lindahl B. Is there an association between shift work and having a metabolic syndrome? Results from a population based study of 27,485 people. *Occup Environ Med* 2001;58(11):747–752
- Kim JH, Chang JH, Kim DY, Kang JW. Association between self-reported sleep duration and serum vitamin d level in elderly korean adults. *J Am Geriatr Soc* 2014;62(12):2327–2332
- Kubo T, Ozasa K, Mikami K, Wakai K, Fujino Y, et al. Prospective cohort study of the risk of prostate cancer among rotating-shift workers: Findings from the japan collaborative cohort study. *Am J Epidemiol* 2006;164(6):549–555
- Lee J, Lee JS, Park SH, Shin SA, Kim K. Cohort profile: The national health insurance service-national sample cohort (nhis-nscl), south korea. *Int J Epidemiol* 2017;46(2):e15
- Lips P. Vitamin d deficiency and secondary hyperparathyroidism in the elderly: Consequences for bone loss and fractures and therapeutic implications. *Endocr Rev* 2001;22(4):477–501
- Nieuwenhuijsen K, Bruinvels D, Frings-Dresen M. Psychosocial work environment and stress-related disorders, a systematic review. *Occup Med (Lond)* 2010;60(4):277–286
- Norman AW. From vitamin d to hormone d: Fundamentals of the vitamin d endocrine system essential for good health. *Am J Clin Nutr* 2008;88(2):491S–499S
- Park H, Suh B, Lee S-J. Shift work and depressive symptoms: The mediating effect of vitamin d and sleep quality. *Chronobiology international* 2019;36(5):689–697
- Renzaho AM, Halliday JA, Nowson C. Vitamin d, obesity, and obesity-related chronic disease among ethnic minorities: A systematic review. *Nutrition* 2011;27(9):868–879
- Reppert S, Moore R. *Suprachiasmatic nucleus: The mind's clock*. Oxford University Press, USA; 1991.
- Romano A, Vigna L, Belluigi V, Conti DM, Barberi CE, et al. Shift work and serum 25-oh vitamin d status among factory workers in northern italy: Cross-sectional study. *Chronobiol Int* 2015;32(6):842–847
- Sack RL, Auckley D, Auger RR, Carskadon MA, Wright Jr KP, et al. Circadian rhythm sleep disorders: Part i, basic principles, shift work and jet lag disorders. *Sleep* 2007;30(11):1460–1483
- Schernhammer ES, Laden F, Speizer FE, Willett WC, Hunter DJ, et al. Night-shift work and risk of colorectal cancer in the nurses' health study. *J Natl Cancer Inst* 2003;95(11):825–828
- Schwartz JR, Khan A, McCall WV, Weintraub J, Tiller J. Tolerability and efficacy of armodafinil in naive patients with excessive sleepiness associated with obstructive sleep apnea, shift work disorder, or narcolepsy: A 12-month, open-label, flexible-dose study with an extension period. *J Clin Sleep Med* 2010;6(5):450–457
- Shields M. Shift work and health. *Health Rep* 2002;13(4):11–33
- Sohn SI, Kim DH, Lee MY, Cho YW. The reliability and validity of the korean version of the pittsburgh sleep quality index. *Sleep Breath* 2012;16(3):803–812
- Touitou Y, Motohashi Y, Reinberg A, Touitou C, Bourdeleau P, et al. Effect of shift work on the night-time secretory patterns of melatonin, prolactin, cortisol and testosterone. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1990;60(4):288–292
- Tsatsoulis A, Fountoulakis S. The protective role of exercise on stress system dysregulation and comorbidities. *Ann N Y Acad Sci* 2006;1083:196–213
- van Mark A, Spallek M, Groneberg DA, Kessel R, Weiler SW. Correlates shift work with increased risk of gastrointestinal complaints or frequency of gastritis or peptic ulcer in h. Pylori-infected shift workers? *Int Arch Occup Environ Health* 2010;83(4):423–431
- Vetter C, Dashti HS, Lane JM, Anderson SG, Schernhammer ES, et al. Night shift work, genetic risk, and type 2 diabetes in the uk biobank. *Diabetes Care* 2018;41(4):762–769
- Vyas MV, Garg AX, Iansavichus AV, Costella J, Donner A, et al. Shift work and vascular events: Systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2012;345:e4800
- Ward M, Berry DJ, Power C, Hypponen E. Working patterns and vitamin d status in mid-life: A cross-sectional study of the 1958 british birth cohort. *Occup Environ Med* 2011;68(12):902–907
- Webb AR. Who, what, where and when-influences on cutaneous vitamin d synthesis. *Prog Biophys Mol Biol* 2006;92(1):17–25
- Wolden-Kirk H, Overbergh L, Christesen HT, Brusgaard K, Mathieu C. Vitamin d and diabetes: Its importance for beta cell and immune function. *Mol Cell Endocrinol* 2011;347(1–2):106–120
- Wu C, Ren W, Cheng J, Zhu B, Jin Q, et al. Association between serum levels of vitamin d and the risk of post-stroke anxiety. *Medicine (Baltimore)* 2016;95

(18):e3566

Zhao G, Ford ES, Li C, Croft JB. Serum 25-hydroxyvitamin d levels and all-cause and cardiovascular disease mortality among us adults with hypertension: The nhanes linked mortality study. J Hypertens 2012; 30(2):284-289

Zulley J, Wever R, Aschoff J. The dependence of onset

and duration of sleep on the circadian rhythm of rectal temperature. Pflügers Archiv 1981;391(4): 314-318

<저자정보>

채창호(부교수), 박영숙(부교수)